

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Institut dopravy - 342

Vizualizace funkcí zařízení brzdy kolejových vozidel

Visualization of Rolling Stock Brakes Equipment Functions

Student:

Martin Kapoun

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jaromír Široký, Ph.D.

Ostrava 2013

Zadání bakalářské práce

Student: **Martin Kapoun**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2301R003 Dopravní technika a technologie
Téma: **Vizualizace funkcí zařízení brzdy kolejových vozidel**
Visualization of Rolling Stock Brakes Equipment Functions

Zásady pro vypracování:

1. Analýza činnosti brzdových zařízení kolejových vozidel
2. Výběr a popis dílčích částí mechanické části brzdového systému kolejového vozidla
3. Realizace audiovizuální pomůcky pro výuku (animace)
4. Realizace výkladového textu k realizované vizualizaci
5. Závěry

Seznam doporučené odborné literatury:

HRUŠOVSKÝ Ján. *Brzdy hnacích vozidel ČSD. Díl 1, Lokomotivy*. Praha: Nakladatelství dopravy a spojů, 1972. 583 s.
HRUŠOVSKÝ Ján. *Brzdy hnacích vozidel ČSD. Díl 2, Motorové a elektrické vozy, motorové a elektrické jednotky*. Praha: Nakladatelství dopravy a spojů, 1973. 373 s.
ČSD. *SR 15 Brzdy železničních vozidel. Předpis ČD a.s.*
MÜLLER Jaroslav. *Příslušenství kolejových vozidel*. 2. vyd. Bratislava: Alfa, 1990. 210 s.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jaromír Široký, Ph.D.**

Datum zadání: 14.12.2012

Datum odevzdání: 20.05.2013



doc. Ing. Aleš Slíva, Ph.D.
vedoucí katedry

doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména §35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 - školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB - TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB - TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo - bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o veřejných školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě

.....

podpis studenta

Adresa trvalého pobytu:

Luh 1805,

755 01, Vsetín

Anotace bakalářské práce

KAPOUN, M. Vizualizace funkcí zařízení brzdy kolejových vozidel. Ostrava: Institut dopravy, Fakulta strojní VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2012, 39 s. Bakalářská práce, vedoucí: Široký, J.

Bakalářská práce se zabývá funkcí zařízení brzdy kolejových vozidel. V úvodu práce je popsána historie a typy brzd používaných na kolejových vozidlech. Dále jsou rozebrány jednotlivé funkční díly mechanické části brzdy. Hlavním úkolem práce je vytvořit vizualizace funkcí zařízení brzd kolejových vozidel a k nim výkladový text, který bude sloužit jako studijní pomůcka.

Annotation bachelor thesis

KAPOUN, M. Visualization of Rolling Stock Brakes Equipment Functions. Ostrava: Institute of Transportation, Faculty of Mechanical Engineering, VŠB-Technical University of Ostrava, 2013, 39 pages. Bachelor Thesis, supervised by: Široký, J.

This thesis deals with the functions of brakes of vehicles. The introduction describes the history and types of brakes used on rail vehicles. There are also analyzed various functional parts of mechanical brake. The main aim of this work is to create a visualization device functions brakes of rail vehicles and their explanatory text that will serve as a learning tool.

Poděkování

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Jaromíru Širokému, Ph.D. za ochotu při odborných konzultacích.

Obsah

0	ÚVOD.....	8
1	BRZDOVÉ ZAŘÍZENÍ KOLEJOVÝCH VOZIDEL.....	9
1.1	HISTORIE.....	9
1.2	ROZDĚLENÍ BRZD.....	9
1.2.1	<i>Brzdy ruční.....</i>	9
1.2.1.1	Vřetenové ruční brzdy.....	10
1.2.1.2	Páková ruční brzda.....	11
1.2.2	<i>Brzdy vzduchové.....</i>	12
1.2.2.1	Brzda sací.....	12
1.2.2.2	Brzda tlaková.....	12
1.3	MECHANICKÁ ČÁST BRZDY.....	12
1.3.1	<i>Adhezní brzdy.....</i>	13
1.3.1.1	Špalíková brzda.....	13
1.3.1.2	Kotoučová brzda.....	14
1.3.2	<i>Neadhezní brzdy.....</i>	14
1.3.2.1	Elektromagnetická kolejnicová brzda.....	14
1.4	BRZDĚNÍ.....	15
2	MECHANICKÉ ČÁSTI BRZDOVÉHO SYSTÉMU	17
2.1	BRZDOVÉ ŠPALÍKY	17
2.2	BRZDOVÉ ZDRŽE	18
2.3	BRZDOVÉ VÁLCE	19
2.4	STAVĚČ ODLEHLOSTI ZDRŽÍ	21
2.4.1	<i>Samočinný stavěč odlehlosti zdrží SAB.....</i>	22
2.4.2	<i>Stavěč odlehlosti zdrží STOPEX.....</i>	23
2.4.3	<i>Stavěč odlehlosti zdrží SZ</i>	23
2.5	BRZDOVÁ JEDNOTKA.....	26
3	VIZUALIZACE.....	28
4	VÝKLADOVÝ TEXT K REALIZOVANÝM VIZUALIZACÍM.....	31
4.1	FUNKCE RUČNÍ BRZDY KOLEJOVÉHO VOZIDLA - ZABRZDĚNÍ	31
4.2	FUNKCE RUČNÍ BRZDY KOLEJOVÉHO VOZIDLA - ODBRZDĚNÍ.....	31
4.3	FUNKCE BRZDY KOLEJOVÉHO VOZIDLA.....	31
4.4	FUNKCE STAVĚČE ODLEHLOSTI ZDRŽÍ	32
4.5	FUNKCE BRZDOVÉ JEDNOTKY KOLEJOVÝCH VOZIDEL	35
4.5.1	<i>Funkce řídicího zařízení na brzdové jednotce kolejových vozidel</i>	36
4.5.2	<i>Funkce stavěče odlehlosti zdrží na brzdové jednotce kolejových vozidel</i>	36
5	ZÁVĚR.....	37
6	SEZNAM ZKRATEK A VELIČIN.....	38
7	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	39

0 Úvod

Téma bakalářské práce bylo zvoleno s ohledem na potřebu vytvoření studijní pomůcky, pro zjednodušení výkladu a pochopení funkce mechanické části brzd kolejových vozidel.

Cílem práce je vytvořit učební pomůcky pro výklad funkce mechanické části brzdy včetně videosekvencí ilustrující tyto funkce.

V této oblasti neexistují žádné učební pomůcky, které by výuku usnadnily. Do provozu, ve kterém by mohlo dojít k ukázce funkce brzd je téměř nemožné se dostat a literatura, které není mnoho je velice těžko dostupná. V mojí práci se budu zabývat vytvořením a popsáním vizualizací funkcí brzdových zařízení kolejových vozidel.

V úvodu práce rozeberu historii a použití brzd na kolejových vozidlech, typy ručních brzd kolejových vozidel, typy brzdových systémů na kolejových vozidlech, jak v minulosti, tak i v současnosti. Následně vytvořím 3D modely jednotlivých mechanických částí brzdového systému kolejových vozidel a pomocí nich tyto části detailně rozeberu a popíšu. Mezi tyto části patří brzdový válec, brzdová zdrž, brzdový špalík, stavěč odlehlosti zdrží a brzdová jednotka. K popsání těchto jednotlivých částí vytvořím 3D model rámu nákladního železničního vozu. Dále 3D model stavěče odlehlosti zdrží typu SZ a také 3D model brzdové jednotky traťových elektrických lokomotiv. Vyhotovené modely poté použiju k vytvoření požadovaných vizualizací, které budou opatřeny popisky jednotlivých mechanických částí brzd. K těmto vizualizacím také vypracuji výkladový text, který bude sloužit k popsání činnosti mechanické části brzd kolejových vozidel a k pochopení této problematiky. Samotné modely a část vizualizací vytvořím v programu Autodesk Inventor Professional 2012. Poté v programu Pinnacle Studio 16 tyto vizualizace dokončím a zkompletuji.

1 Brzdové zařízení kolejových vozidel

1.1 Historie

V počátcích železnice byla lokomotiva jediné vozidlo v soupravě vlaku, které brzdilo a to buď mechanickou ruční brzdou, nebo pomocí páry. Postupem času a zvětšující se délkou a hmotností vlaku, byly osazovány některé vozy mechanickou brzdou, která byla ovládána brzdařem.

Ten měl své stanoviště na plošině na čele vozu. Brzdění probíhalo tak, že strojvedoucí dal signál píšťalou nebo zvoncem brzdařovi, který utáhl kliku brzdy, a přes mechanický převod brzdové špalíky dolehly na jízdni plochu kola a začaly brzdit. S vývojem vozů byly brzdařské plošiny vylepšovány na brzdařské budky. Brzdění jednotlivých vozů brzdaři nebylo však příliš účinné neboť po celé délce vlaku bylo značně nerovnoměrné a nebylo možno sjednotit velikost brzdící síly na jednotlivých vozech. Docházelo k takovým podélným rázům, takže neustále hrozilo přetržení vlaku.

Bylo nutné najít takové řešení, aby brzdy na všech vozech ve vlaku byly ovládány z jednoho místa, jediným člověkem, nejlépe strojvedoucím, proto se u železničních vozů začala používat průběžná brzda. Taktéž byl požadavek, aby brzdy účinkovaly při použití záchranné brzdy v kterémkoli místě vlaku, k tomu slouží samočinná brzda.

1.2 Rozdělení brzd

Brzdy používané na železničních vozidlech můžeme rozdělit na brzdy ruční, vzduchové a magnetické.

1.2.1 Brzdy ruční

Tyto brzdy působí zcela nezávisle a samočinně na tlakové brzdě, má s ní však společné brzdové tyčové. Ruční brzdou jsou vybaveny všechna tažná vozidla a také všechny osobní a zavazadlové vozy. Nákladní vozy jsou vybaveny ruční brzdou přibližně v rozsahu 10 až 20 % z každé série. Výjimkou jsou kotlové vozy a speciální nákladní vozy, které mají ruční brzdu všechny.

U železničních vozů jsou většinou bržděny všechny dvojkolí, výjimku tvoří vozy, které mají dva brzdové válce, u těchto vozů je bržděný ten podvozek, u kterého

je umístěno ovládání ruční brzdy. U tažných vozidel je obvykle brzděna polovina z celkového počtu dvojkolí vozidla.

Brdy dělíme na:

- vřetenové
- pákové

1.2.1.1 Vřetenové ruční brzdy

Tento druh ruční brzdy se používá u většiny železničních vozidel. Maximální přípustná síla pro ovládání ruční brzdy je 0,5 kN a každá brzda musí být samosvorná. Brzda může být ovládána buď z plošiny taženého vozu, z tažného vozidla nebo z boku vozu ze země. Brzda na plošině může mít ozubená kuželová kola nebo tato kola nemá a je tzv. klasického provedení. Obě dvě provedení mají ovládací vřeteno ruční brzdy s maticí vřetena. V případě brzdy s ozubeným kuželovým kolem je vřeteno umístěno vodorovně, svisle je umístěno v případě klasického provedení. V obou případech se brzdový účinek přenáší pohybem táhla na převodnici u brzdového válce a dále společným tyčovým na brzdové zdrže. Ruční brzda ovládaná ze země tzv. pořádací brzda se používá u některých nákladních vozů a slouží pouze k zajištění stojícího vozidla proti samovolnému rozjetí.



Obr.1 Vřetenová ruční brzda s ozubeným kuželovým kolem.



Obr.2 Vřetenová ruční brzda klasického provedení.



Obr.3 Vřetenová ruční brzda ovládaná ze země.

1.2.1.2 Páková ruční brzda

Tento druh brzdy používají cizí železniční správy na svých vozech. Ovládací páka brzdy je umístěna na boku vozu z obou stran.

1.2.2 Brzdy vzduchové

Tyto brzdy dělíme na:

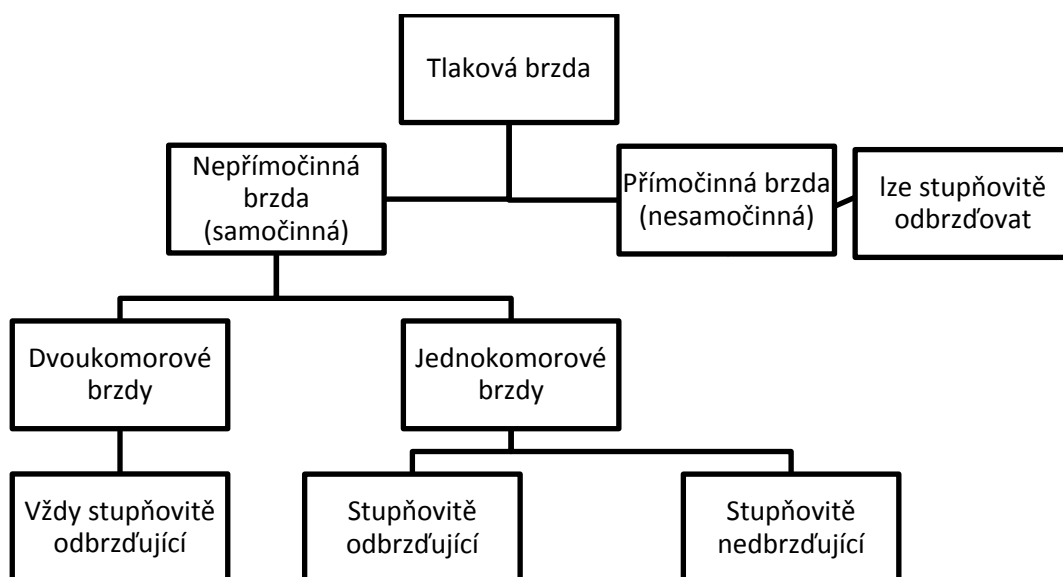
- Brzdy sací
- Brzdy tlakové

1.2.2.1 Brzda sací

Brzdícího účinku se dosahuje uměle vytvořeným podtlakem. V dnešní době se tento druh brzdy na vozech ani hnacích vozidlech nepoužívá.

1.2.2.2 Brzda tlaková

Tato brzda je používána u všech vozidel. Provozní tlak je 5 barů.



Obr.4 Schéma tlakové brzdy. [1]

1.3 Mechanická část brzdy

Pohybový stav vozidla vyjadřuje jeho kinetická energie, kterou vozidlo získalo při rozjezdu. Tuto energii je třeba při brzdění zmařit, tedy přeměnit na jiný druh energie, převážně na energii tepelnou. Způsob maření kinetické energie vozidla záleží na uspořádání mechanické části jeho brzdy.

Mechanická část brzdy se skládá z brzdového válce, táhel a tyčové, stavěče odlehlosti zdrží, samotných zdrží s brzdovými špalíky nebo v případě kotoučové brzdy z brzdového kotouče a brzdových čelistí s destičkami.

Podle přenosu brzdné síly mezi vozidlem a kolejnicí rozdělujeme brzdové systémy na:

- adhezní
- neadhezní

U moderních vozidel můžeme najít oba dva brzdové systémy, neadhezní využívané hlavně u vysokorychlostních vozidel a adhezní, kde se vývoj ubírá k využití převážně kotoučových brzd, avšak špalíkové brzdy jsou na vozidlech zachovány z důvodu čištění jízdních ploch kol.

1.3.1 Adhezní brzdy

Využívají k přenosu brzdících sil mezi vozidlem a kolejí styk kola s kolejnicí a účinnost brzdění je závislá na jeho stavu, jeho schopnosti přenášet tečné síly - adhezi.

Adhezní brzdy můžeme rozdělit na brzdy špalíkové a brzdy kotoučové.

1.3.1.1 Špalíková brzda

Kinetická energie je mařena třením brzdových špalíků o jízdní plochu kola vozidla. Brzdové špalíky se staly nedílnou součástí kolejových vozidel již od jejich vzniku. Původní brzdové špalíky byly z dubového dřeva, s rozvojem železnice a rostoucí rychlostí se začaly používat špalíky litinové. V současné době jsou kromě litinových špalíků používány špalíky z kompozitních nekovových materiálů, které se vyznačují nižší hlučností a stabilnějším součinitelem tření mezi špalíkem a kolem, který při použití špalíků z litiny se zvyšující rychlostí klesá a tím se snižuje brzdící účinek. Při intenzivním brzdění špalíkovou brzdou nebo při její poruše hrozí poškození kol nadměrným vyhřátím.

Výhodami špalíkové brzdy jsou: jednoduchá konstrukce, snadná kontrola funkce a schopnost špalíků zdrsnit a čistit jízdní plochu kola.

1.3.1.2 Kotoučová brzda

Třecí dvojici tvoří brzdový kotouč, který je nalisovaný na nápravě, a brzdové čelisti s destičkami, které jsou přitlačovány ke kotouči.

Výhody oproti špalíkové brzdě: nehrozící poškození kola přehřátím, nízká hlučnost, s rostoucí rychlostí klesá účinek brzdy jen minimálně, delší životnost brzdového obložení

Nevýhody kotoučové brzdy: funkce brzdy je při její zkoušce v provozu signalizována pouze na ukazateli zabrzděno/odbrzděno, obtížná vizuální kontrola technického stavu, nutná pravidelná prohlídka stavu ve specializovaných opravárnách (osobní vozy běžně jednou za 2 měsíce)

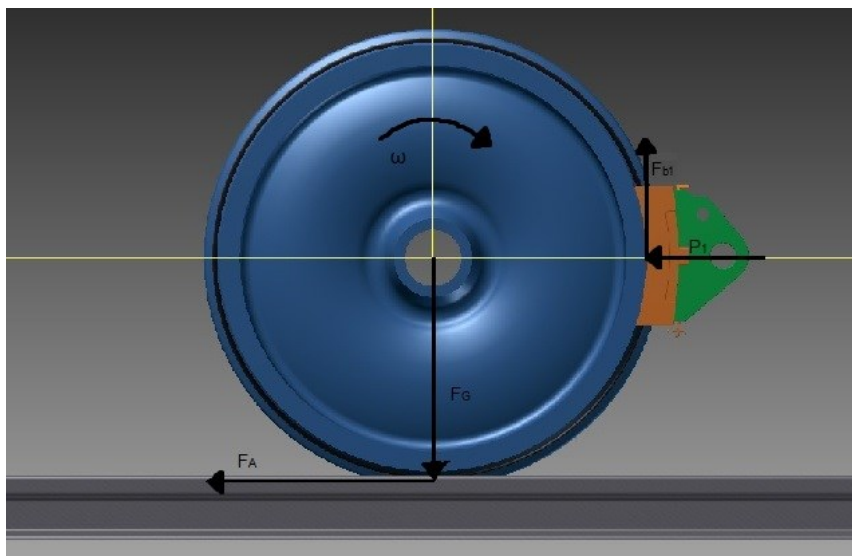
1.3.2 Neadhezní brzdy

Nejsou závislé na styku kolo - kolejnice, slouží jako doplněk brzdy adhezní.

1.3.2.1 Elektromagnetická kolejnicová brzda

Brzdící síla elektromagnetické kolejnicové brzdy je vyvozena stejnosměrným elektrickým proudem, který v elektromagnetech, které tvoří tuto brzdu vytvářejí magnetický tok procházející kolejnicí, po které se vozidlo pohybuje. Brzdící účinek se zvyšuje třením brzdových trámců o kolejnici, tento účinek však není omezen adhezní hmotností vozidla. Její využití je převážně u moderních lokomotiv, vysokorychlostních osobních vozů a tramvají. Používá se krátkodobě pro zvýšení brzdícího účinku.

1.4 Brzdění



Obr.5 Silové poměry na kole u špalíkové brzdy při brzdění.

Brzdová zdrž je k jízdní ploše kola přitlačována silou P_1 . Mezi jízdní plochou kola a zdrží vzniká smykové tření a s ním také teplo, působí zde síla F_{b1} , která působí proti směru otáčení kola. Tato síla je dána vztahem:

$$F_{b1} = P_1 \cdot f \quad [kN] \quad [1]$$

kde: F_{b1} ...brzdící síla jedné zdrže

P_1 ...síla na zdrži

f ...součinitel smykového tření mezi zdrží a kolem

Výsledná brzdící síla vozidla F_b je rovna součtu jednotlivých brzdících sil F_{b1} na všech zdržích.

$$F_b = n \cdot F_{b1} \quad [kN] \quad [1]$$

kde: n ...počet zdrží na vozidle

Pro to aby brzda účinně fungovala nesmí dojít k úplnému zastavení valení kola po kolejnici při jízdě vozidla, tzv. zablokování kola.

Síla, která působí ve svislém směru a působí na styk kola s kolejnici se nazývá kolová síla a je dána:

$$F_G = G \cdot g \quad [kN] \quad [1]$$

kde: G ...hmotnost na kolo (dříve kolový tlak)

g ...normální tíhové zrychlení ($9,80665 \text{ m/s}^2$)

Největší síla, která může působit na kolo ve styku s kolejnicí je adhezní síla, která je dána:

$$F_A = \mu \cdot F_G \quad [kN] \quad [1]$$

kde: μ ...součinitel adheze

Adhezní síla musí být větší nebo rovna než síla brzdící jinak dojde ke smyku.

$$F_A \geq F_b \quad [1]$$

V případě nesplnění této podmínky dochází ke smyku kola po kolejnici a brzdící účinek se tím zmenšuje. Součinitel smykového tření f je menší než součinitel adheze μ .

Nejen z hlediska prodloužení zábrzdné dráhy je smyk nežádoucí, ale také proto vznikají plochá místa na jízdnicích plochách kol.

Maximální celková síla na zdrže P je dána:

$$P \cdot f > F_G \cdot \mu \quad [1]$$

$$P > \frac{\mu}{f} \cdot F_G \quad [kN] \quad [1]$$

2 Mechanické části brzdového systému

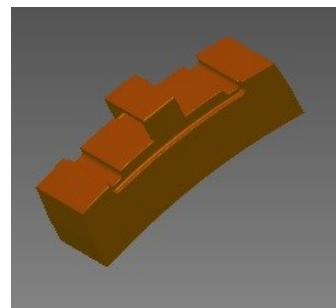
2.1 Brzdové špalíky

V dnešní době se v provozu používají pro brzdění železničních vozů brzdové špalíky ze šedé litiny o délce 380 a 250 mm a špalíky z fosfornaté litiny P 14 o délce 320 a 250 mm. Brzdové špalíky délky 380 mm ze šedé litiny se dají bezproblémově zaměnit za brzdové špalíky délky 320 mm z fosfornaté litiny P 14 a při brzdění zaručují stejné podmínky. Tato záměna je však možná pouze za předpokladu že, na jedné brzdové rozpoře budou vždy špalíky stejného typu.

V provozu se používají i nekovové brzdové špalíky. Vozy, vystrojeny těmito špalíky, jsou označeny před označením typu tlakové brzdy nebo za ním značkou K v kroužku. Jestliže měníme nekovový brzdový špalík, musíme vždy použít špalík stejného typu. Výměna za jiný typ špalíku je nepřípustná. Výhodami nekovových brzdových špalíků jsou malá hmotnost, velká životnost, nejiskří, nezanášejí elektrické přístroje a stroje vodivým prachem, snížená pracnost při výměně, nižší náklady na provoz a údržbu. Nevýhodou však zůstává proměnný součinitel tření mezi brzdovým špalíkem a kolem za vlhka a sucha.

Prvky chemického složení a vlastnosti špalíků		Šedá litina	Fosfornatá litina P 14
Uhlík	- C	2,8 až 3,6 %	2,7 až 3,4 %
Mangan	- Mn	0,4 až 1,4 %	0,4 až 0,9 %
Křemík	- Si	1,4 až 2,0 %	1,2 až 2,2 %
Fosfor	- P	0,5 až 0,8 %	1,35 až 1,55 %
Síra	-	pod 0,16 %	max. 0,20 %
Grafit		1,6 až 2,6 %	-
Tvrdost		190 až 230 H _B	200 až 230 H _B

Tab. 1 Chemické složení materiálu používaného na výrobu brzdových špalíků. [1]



Obr.6 Brzdové špalíky. [4]

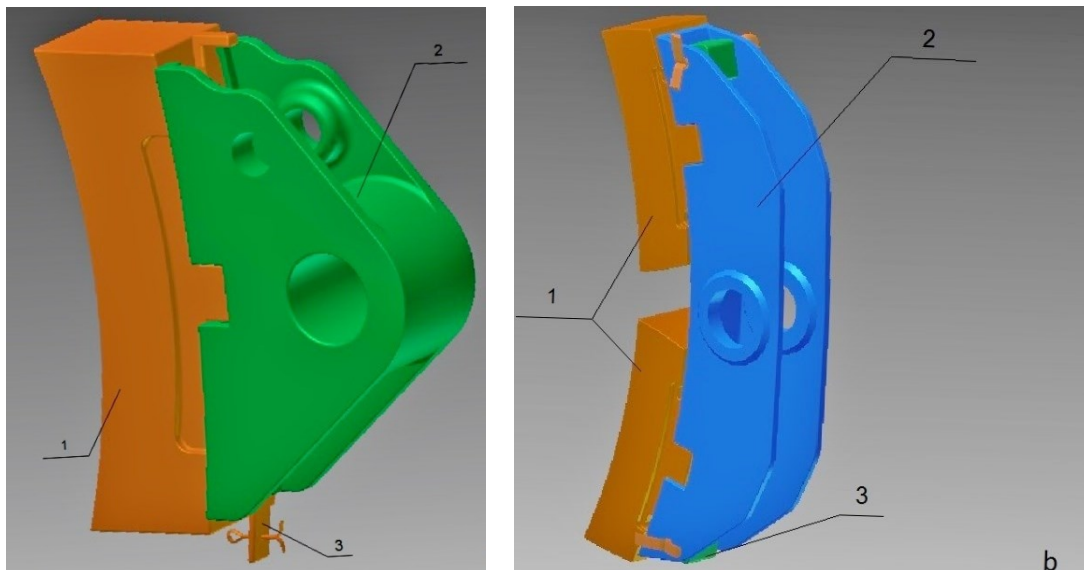
2.2 Brzdové zdrže

Brzdové zdrže můžeme rozdělit na zdrže celistvé, které v dnešní době nejsou už používány z důvodu velké hmotnosti a složité výměny po opotřebení. Dále zdrže dělené a to jednošpalíkové a dvoušpalíkové a zdrže dvojčité.

Jednošpalíková zdrž se používají pro brzdění nákladních a některých osobních vozů s rychlostí do 100 km/h. Dvoušpalíková zdrž je používána u nákladních vozů dosahujících rychlosti větší než je 100 km/h, rychlíkových vozů a lokomotiv. Dvojčítá zdrž se používá u podvozkových osobních vozů, jejichž rychlosti je až 160 km/h.

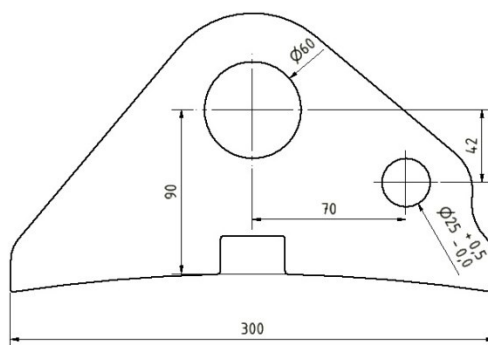
Jednošpalíková zdrž se skládá z brzdové botky 2; brzdového špalíku 1 délky 380 nebo 320 mm a z pojistného klínu 3, který je zajištěn proti ztrátě závlačkou Ø 4 mm. Dvoušpalíkové zdrže se skládají z botky 2; dvou špalíků 1 délky 250 mm a pojistného klínu 3.

Dvojčité brzdové zdrže se skládají ze dvou špalíků, dvou botek, dvou klínů a vahadla. Tento druh zdrže se používá hlavně u elektrických lokomotiv a osobních vozů.

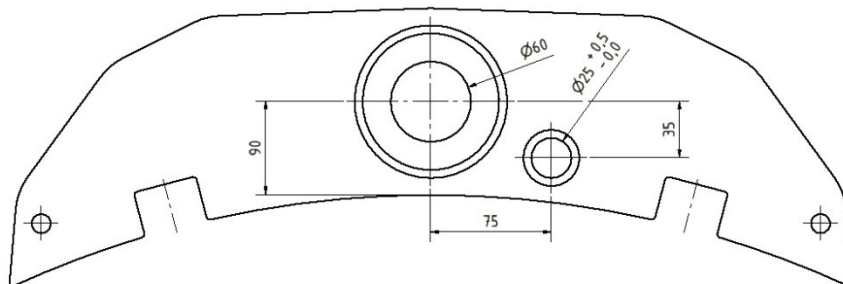


Obr.7 Brzdové zdrže (a...jednošpalíková zdrž, b...dvoušpalíková zdrž).

Podle závazných podmínek UIC musí mít brzdová botka pro jednošpalíkovou zdrž základní rozměry dle obr. 8 a pro dvoušpalíkovou zdrž podle obr. 9.



Obr.8 Základní rozměry jednošpalíkové botky. [1]



Obr.9 Základní rozměry dvoušpalíkové botky. [1]

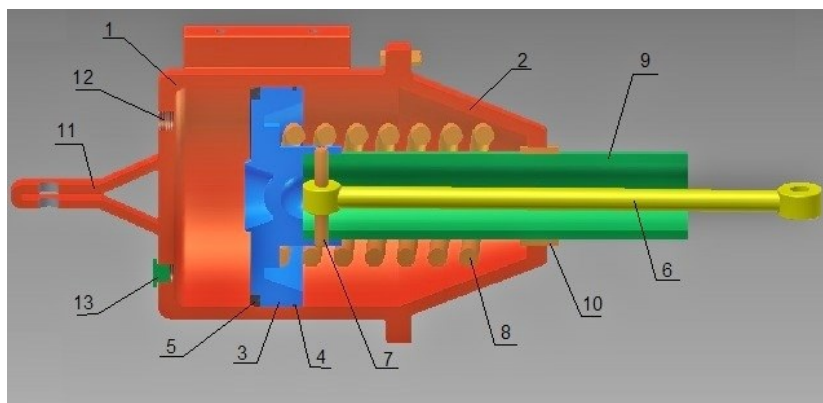


Obr.10 Jednošpalíková brzdová zdrž.

2.3 Brzdové válce

Brzdový válec je válcová nádoba s vloženým pístem, na jehož plochu působí stlačený vzduch z pomocného vzduchojemu, který rozvaděč propustí a který vyvodí potřebnou sílu k brzdění vozidla. Tato síla se z pístu přenáší přes pístnici na tyčové a dále až na brzdové špalíky vozidel.

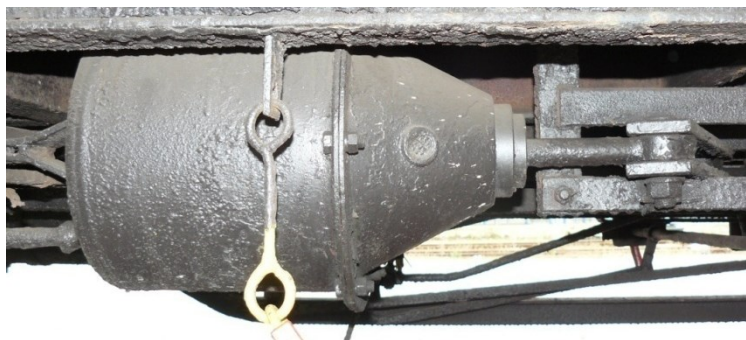
Brzdový válec se skládá z tělesa válce, na kterém je šesti šrouby přišroubováno víko brzdového válce. Uvnitř válce se nachází píst s pryžovou těsnicí manžetou a stíracím plstěným kroužkem. Pístnice brzdového válce je připevněna pojišťovacím kolíkem k pístu a je vedena ve vodící trubce, ta je ve víku válce utěsněna ucpávkou. Po odbrzdění vrací píst do výchozí polohy vratná pružina, která současně zajišťuje i zpětný pohyb brzdového tyčovní a odtažení brzdových špalíků od kol.



Obr.11 Řez brzdovým válcem.

1 - těleso brzdového válce, 2 - víko brzdového válce, 3 - píst, 4 - stírací a rozpěrný kroužek, 5 - pryžová manžeta, 6 - zabudovaná pístnice, 7 - pojišťovací čep, 8 - vratná pružina, 9 - vodící trubka, 10 - těleso ucpávky, 11 - kotevník, 12 - otvor pro přívod vzduchu, 13 - zátka otvoru pro kontrolu tlaku ve válci.

Od roku 1967 jsou vozy vystrojovány brzdovými válci se zabudovanými vratnými pružinami přímo v tělese brzdového válce. Pružina je podstatně silnější než dřívější provedení a zajišťuje odtažení brzdových špalíků a vrácení pístu do výchozí polohy. U starších brzdových válců bez zabudované vratné pružiny vrácení pístu do původní polohy zajišťuje pružina brzdového válce a odtažení brzdových špalíků od kol vratná pružina v brzdovém tyčovní.



Obr.12 Brzdový válec.

Válce jsou odlité ze šedé litiny nebo svařené z plechu. Dna válců jsou u litinových přišroubována a u plechových vylisována společně s válcem. Válce se vyrábí s kotevníky 11 nebo bez nich a to podle typu vozu. Slouží k uchycení druhé převodnice. Kotevníky jsou buď z odlité šedé litiny, nebo vylisované a svařené z plechu. Stlačený vzduch se přivádí trubicí, která je napojena na otvor 12. Tlak v brzdovém válci se kontroluje manometrem, otvorem uzavřeným zaslepovací zátkou 13

Základní rozměry brzdových válců:

U nákladních a osobních vozů vyrobených po roce 1965 se používají brzdové válce dle tabulky 2

Druh vozu	Průměr brzdového válce
Dvounápravové osobní	Ø 10''
Dvounápravové nákladní	Ø 12''
Čtyřnápravové nákladní s podvozky 26 - 2.8	Ø 14''
Čtyřnápravové nákladní s podvozky Y - 25 - CS	Ø 16''
Osobní a rychlíkové vozy	Ø 14''
Těžké rychlíkové vozy řady WR a WL	Ø 16''
Velmi těžké rychlíkové vozy (výjimečně)	Ø 18''

Tab. 2 Průměry brzdových válců nákladních a osobních vozů. [2]

Druh vozu	Zdvih pístu (mm)
Nákladní vozy s přestavovačem v poloze ložený	125 +- 5
Osobní vozy s brzdou v režimu rychlík vysoký stupeň brzdění	125 +- 5
Osobní vozy s osobní brzdou	100 +- 5
Osobní vozy s přípravou pro rychlíkovou brzdu	95 +- 5
Osobní vozy s brzdou Knorr stupňovitě neodbrzďovatelnou	125 +- 5
Vozy řady Btx (Bix) a Balm	70 +- 5
Čtyřnápravové elektrické a motorové vozy	125 +- 10
Dvounápravové motorové vozy	100 +- 10

Tab. 3 Zdvih pístu brzdového válce. [1]

2.4 Stavěč odlehlosti zdrží

Vlivem brzdění dochází u brzdových špalíků vozidel k opotřebení, také se opotřebovávají jízdní plochy dvojkolí a brzdového tyčovní, což způsobuje zvětšování odlehlosti brzdových špalíků od kol. Stavěč zdrží je zařízení, které umožňuje a samočinně udržuje předepsanou odlehlost brzdového špalíku od kola a tím také

zaručuje správný brzdící účinek. Na vůz je stavěč montován jako náhrada za jedno z táhel brzdového tyčoví.

Stavěč účinkuje obousměrně a samočinně upravuje délku brzdového tyčoví tak, aby zdvih pístu brzdového válce, a tím i odlehlost brzdových špalíků byly v předepsaných mezích bez zřetele na opotřebování brzdových špalíků a jízdní plochy kola.

Typy stavěčů:

- Samočinný stavěč odlehlosti zdrží SAB
- Stavěč odlehlosti zdrží STOPEX
- Stavěč odlehlosti zdrží SZ



Obr.13 Stavěč odlehlosti zdrží.

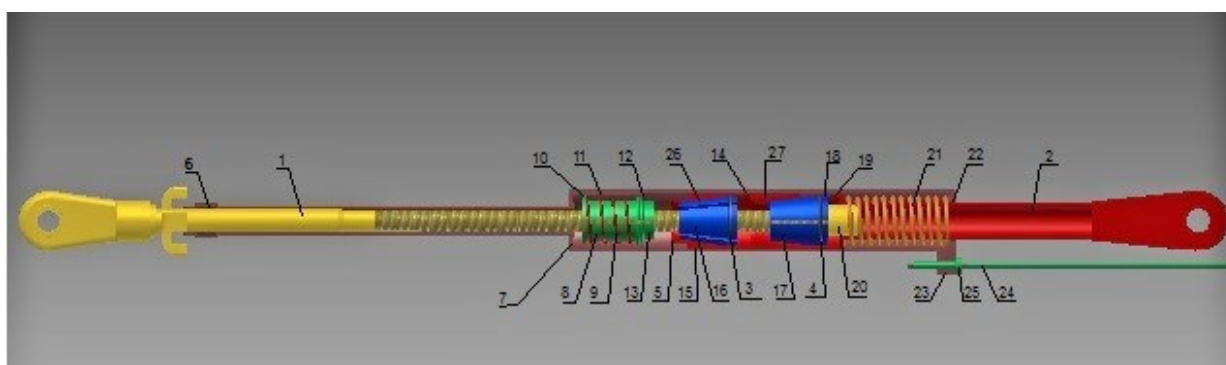
2.4.1 Samočinný stavěč odlehlosti zdrží SAB

Tento stavěč může být v provedení, kdy působí jednosměrně, označený jako typ F, nebo působí obousměrně označen jako typ D. Podle provedení přenáší stavěč síly 60, 100 a 140 kN

2.4.2 Stavěč odlehlosti zdrží STOPEX

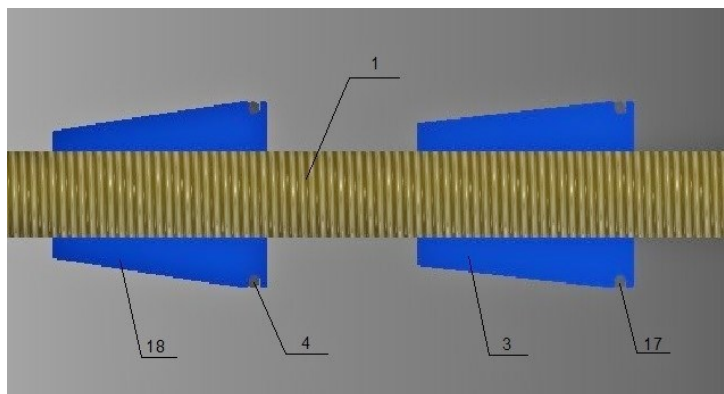
Tento stavěč existuje ve dvou základních provedeních. Jednosměrné provedení, označené jako typ A pouze zkracuje svou délku a obousměrné provedení označené Km ten svou délku zkracuje i prodlužuje. Stavěč je použit na vozech nákladních, osobních a motorových. Jeho regulační délka je 400 a 600 mm a maximální síla, kterou je schopen přenést je 60 kN. Má obdobnou činnost, jako stavěč odlehlosti zdrží SZ.

2.4.3 Stavěč odlehlosti zdrží SZ



Obr.14 Stavěč odlehlosti zdrží SZ.

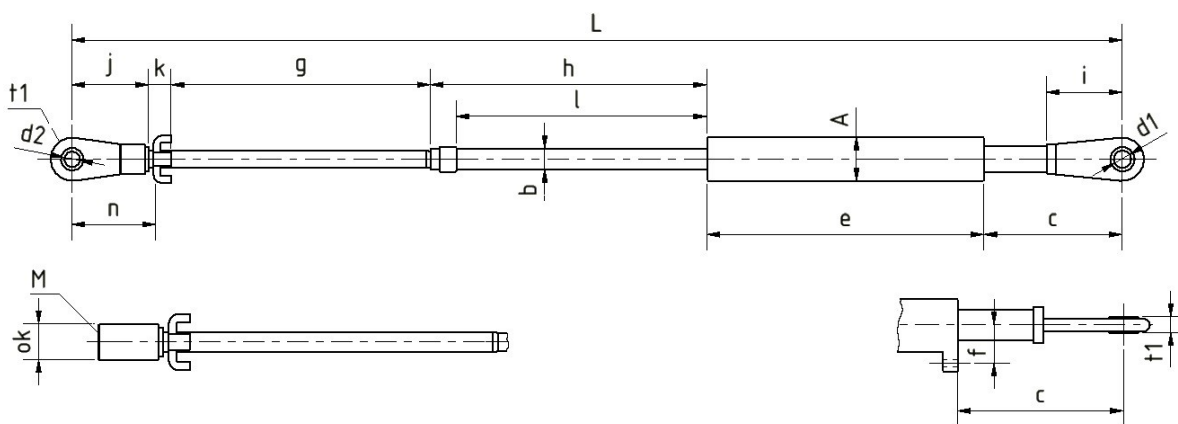
1 - Vřeteno se speciálním závitem, 2 - část s upevňovacím okem, 3 - prstencová vzpruha tažné matice, 4 - prstencová vzpruha pojistné matice, 5 - kužel tažné objímky, 6 - těsnění, 7 - čelo zádržné části, 8 - zádržná matice, 9 - , 10 - vedení zádržné matice, 11 - drážka pro vedení zádržné matice, 12 - opěrka, 13 - rozpěrné pouzdro, 14 - zádržná část, 15 - tažná objímka, 16 - tažná matice, 17 - pojistná matice, 18 - vedení pojistné matice, 19 - drážka pro vedení pojistné matice, 20 - zajištění vřetene proti vyklouznutí, 21 - pružina, 22 - těsnění, 23 - rameno zádržné části, 24 - ovládací tyč, 25 - narážka, 26 - sedlo tažné matice, 27 - sedlo pojistné matice.



Obr.15 Regulační část stavěče odlehlosti zdrží SZ.

Stavěče zdrží typu SZ jsou rozděleny podle osové síly, kterou jsou schopny přenést a vyrábějí ve dvojím provedení. V prvním případě na jednom konci s okem a na druhém s maticí pro nastavení s brzdovým táhlem. Ve druhém případě s oky na obou koncích. Tento typ se u železničních vozů používá poměrně málo.

Pro dvounápravové nákladní vozy se používají stavěče typu SZ 6, který přenáší max. sílu 60 kN. Pro čtyřnápravové nákladní vozy, vozy osobní a rychlíkové se používá stavěč SZ 10 s max. silou 100 kN. Pro těžké nákladní a rychlíkové vozy se používá stavěč typu SZ 12 s max. silou 120 kN



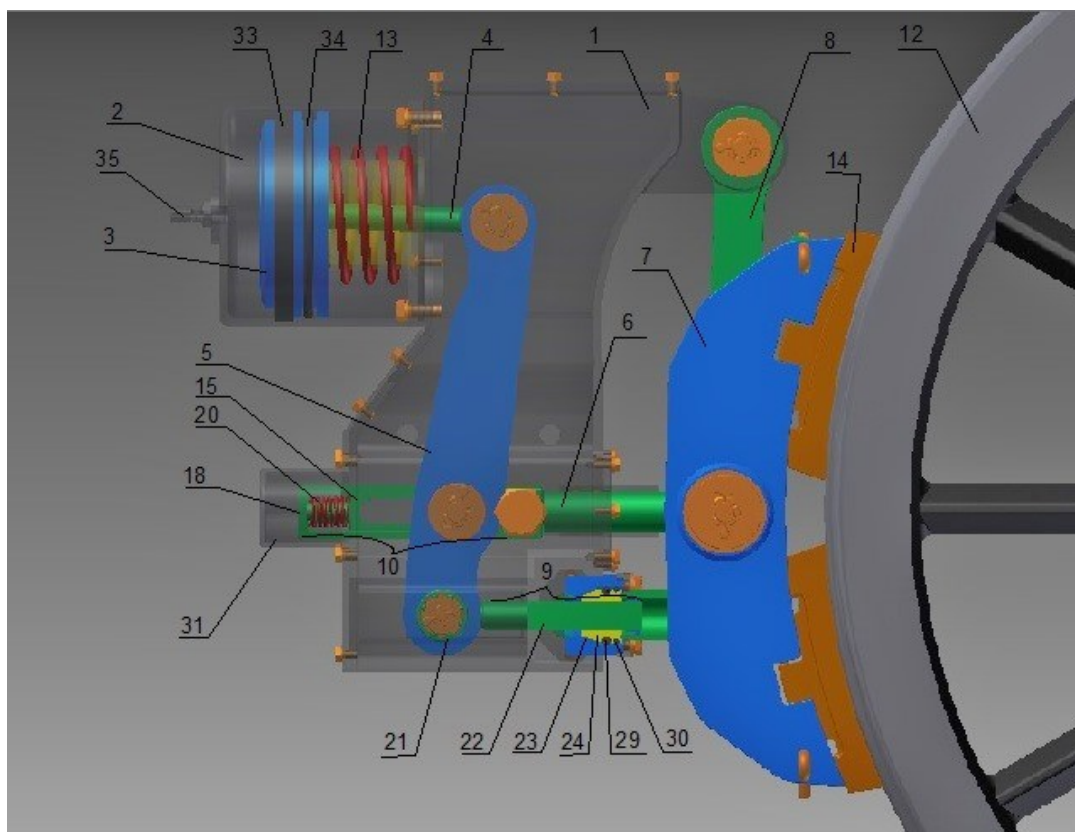
Obr.16 Rozměrový náčrt stavěče odlehlosti zdrží SZ. [1]

Typ stavěče zdrží	SZ 6						SZ 10				SZ 12		
	S maticí a okem			Se dvěma oky			S maticí a okem		Se dvě ma oky	S matic í a okem	Se dvěma oky		
záčísí	.1			.2			.1		.2	.1	.2		
Regul. délka q	25 0	40 0	60 0	250	400		60 0	40 0	600		40 0	600	
L	13 36	18 16	23 84	1340	18 85	19 85	24 53	18 20	238 0	245 0	18 20	23 80	245 0
d ₁	40,5 ^{+0,16} _{-0,24}			25 ^{+0,1} _{-0,2}	40,5 ^{+0,16} _{-0,24}								
d ₂	-				36,5 ^{+0,16} _{-0,24}			-		36,5 ⁺ ₋	-	36,5 ^{+0,16} _{-0,24}	
t ₁	30 ⁰ ₋₁			20 ⁰ ₋₁	30 ⁰ ₋₁								
t ₂	-				35 ⁰ ₋₁			-		35 ⁰ ₋₁	-	35 ⁰ ₋₁	
A	90						102						
b	38						48						
c	19 7	31 6	51 6	167	316		51 6	16 0	320		16 0	320	
e	442						641						
f	62						74						
h	30 5	45 5	65 5	305	455		65 5	44 0	640		44 0	640	
i	15 7	169		125	169		155						
j	10 7	134		142	20 3	13 4	20 3	137		188	137		188
k	33	69	37	33	69	16 9	37	42		61	42		61
l	27 3	42 3	62 3	273	423		62 3	40 0	600		38 0	580	
n	12 1	152		156	22 1	15 2	22 1	155		206	155		206
M	M 33			-			M 39	M 33	-		M 39	M 33	
ok	65			-			70		-		70		-
max. síla	60 kN						10 0 kN	70 kN	100 kN		130 kN		
délka regulač ní tyče	31 0	14 85	16 85	-	1370		15 30	13 70	1530		13 70	1530	

Tab. 4 Rozměry stavěčů zdrží SZ (rozměry uvedeny v mm). [1]

2.5 Brzdová jednotka

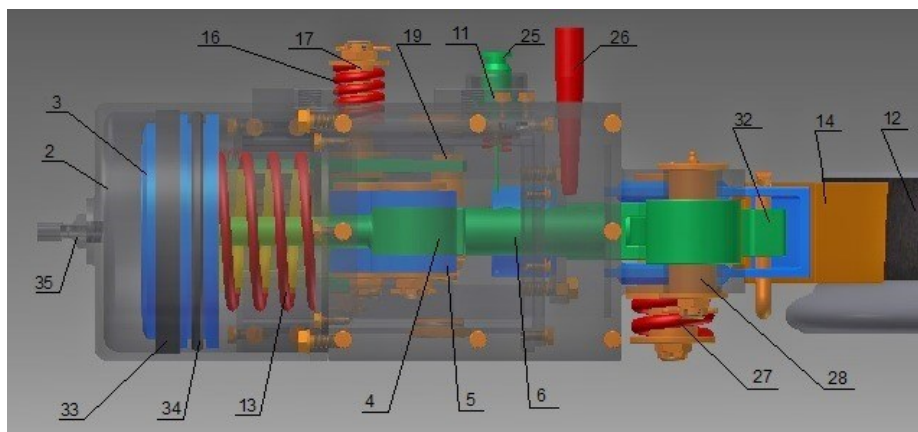
Od roku 1973 se u elektrických traťových lokomotiv používá způsob uspořádání mechanické části brzdy s brzdovými bloky tedy s brzdovými jednotkami. Uspořádání je takové, že každé kolo je jednostranně brzděno vlastním brzdovým válcem, který tvoří spolu se skříní, pákovým mechanismem, dělenou zdrží a stavěčem odlehlosti brzdových špalíků jeden konstrukční celek.



Obr.17 Brzdová jednotka - pohled z boku.

Brzdová jednotka je vyobrazena na obr. 17 a 18. Jednotka je skříněového provedení. K rámu podvozku nebo k rámu skříně vozidla se připevňuje upevňovacími šrouby s maticí. Podle umístění může být pravá nebo levá. Ke skříní je připevněn brzdový válec s pístem na kterém je pryžová manžeta a stírací a rozpěrný kroužek, vratnou pružinou a pístnicí ke které je připojena dvojitá brzdová páka a brzdové táhlo, které je vně skříně spojeno svorníkem s botkou brzdové zdrže a se závěsem. K botce zdrže jsou klíny připevněny dva brzdové špalíky z šedé litiny nebo z fosforaté litiny P 14. Dolní část skříně je vybavena stavěčem odlehlosti zdrží a řídicím zařízením brzdové jednotky. Stavěč dále může být ručně ovládán vypínacím zařízením, díky kterému lze provést výměnu brzdových špalíků. Botka zdrže je držena ve svislé poloze

pružinou nasazenou na otočném čepu, tato pružina vyvolává třecí sílu mezi brzdovým táhlem a botkou zdrže. S okem pístnice je spojena páka pro napojení mechanismu ruční brzdy. Tato páka se vyskytuje pouze u brzdové jednotky, která je umístěna jako pravá. Zadní stěna skříně pod brzdovým válcem je zakryta plechovým krytem.



Obr.18 Brzdová jednotka - pohled ze shora.

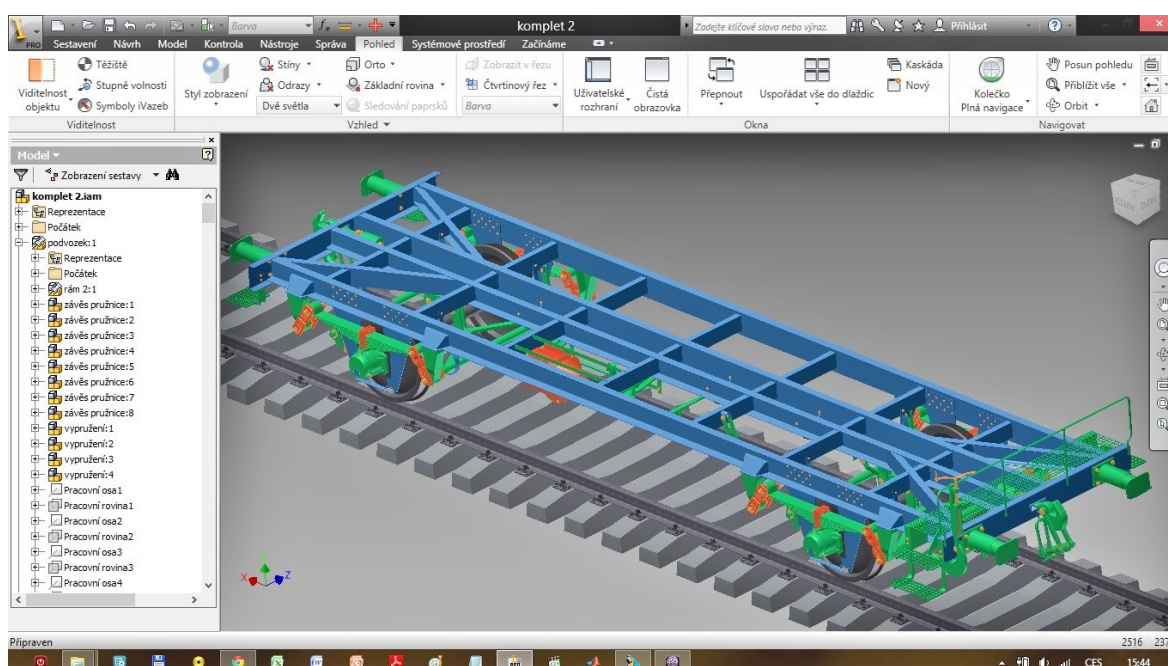
1 - skříň brzdové jednotky, 2 - brzdový válec, 3 - píst brzdového válce, 4 - pístnice, 5 - dvojitá brzdová páka, 6 - brzdové táhlo, 7 - botka brzdové zdrže, 8 - závěs brzdové zdrže, 9 - stavěč odlehlosti zdrží, 10 - řídicí zařízení, 11 - vypínací zařízení, 12 - kolo, 13 - vratná pružina, 14 - brzdový špalík, 15 - smykadlo, 16 - pružina, 17 - šroub smykadla, 18 - rámeček řídicího zařízení, 19 - svorník, 20 - pružina řídicího zařízení, 21 - valivé ložisko, 22 - závitová tyč stavěče, 23 - kuželové sedlo, 24 - čtyřdílná matice, 25 - kolík vypínacího zařízení, 26 - pomocná tyč, 27 - pružina, 28 - otočný čep, 29 - pružina matice, 30 - kroužek matice, 31 - plechový kryt, 32 - klín k zajištění brzdového špalíku, 33 - pryžová manžeta, 34 - stírací a rozpěrný kroužek, 35 - přívod vzduchu do válce.



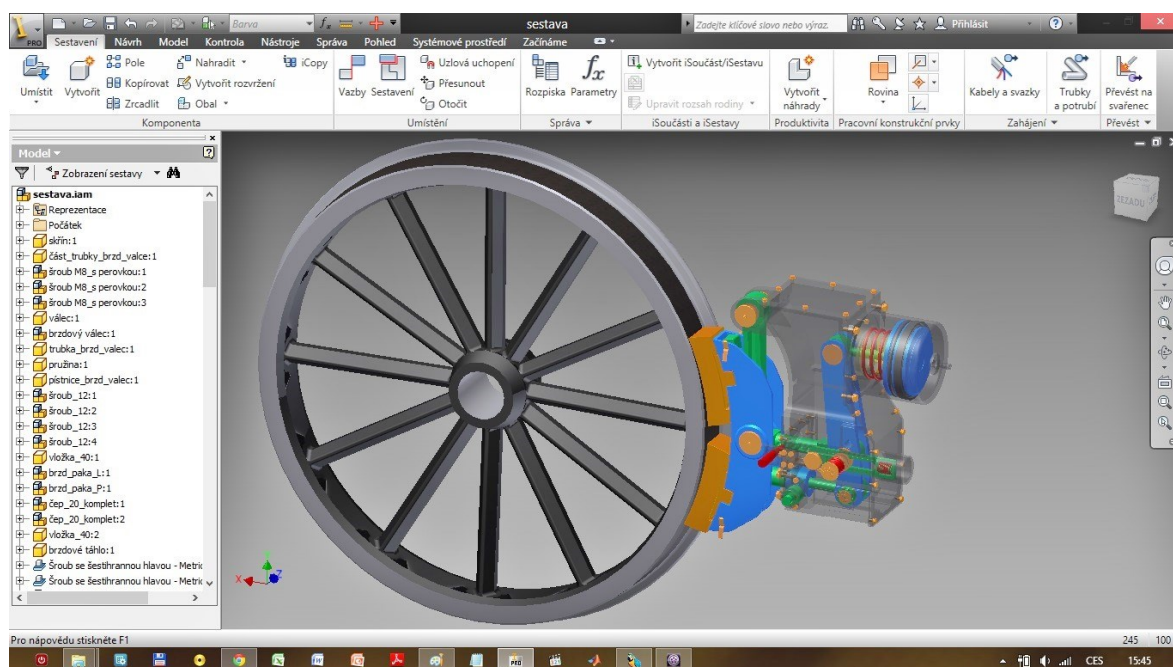
Obr.19 Brzdová jednotka.

3 Vizualizace

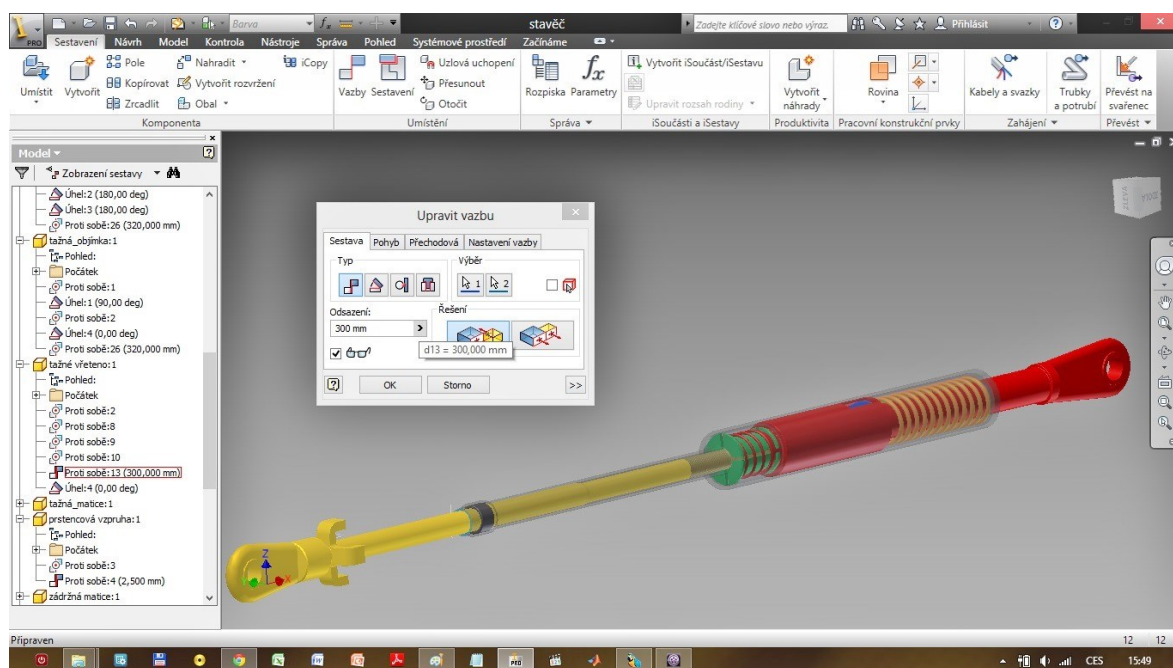
Všechny vizualizace v této práci byly vytvořeny pomocí více programů. Prvním a nejpodstatnějším programem je Autodesk Inventor Professional 2009 a Autodesk Inventor Professional 2012 který byl použit po změně hardwaru a softwaru v průběhu práce. Dalším použitým programem, je Zoner Callisto, 5 ve kterém byli vytvořeny popisy statických obrázků, které později byly použity ve vizualizacích. Posledním použitým programem je Pinnacle Studio 16, ve kterém videa a některé statické obrázky byli sestřihány a vytvořeny výsledné vizualizace. Tyto vizualizace se nacházejí na přiloženém DVD jako příloha bakalářské práce.



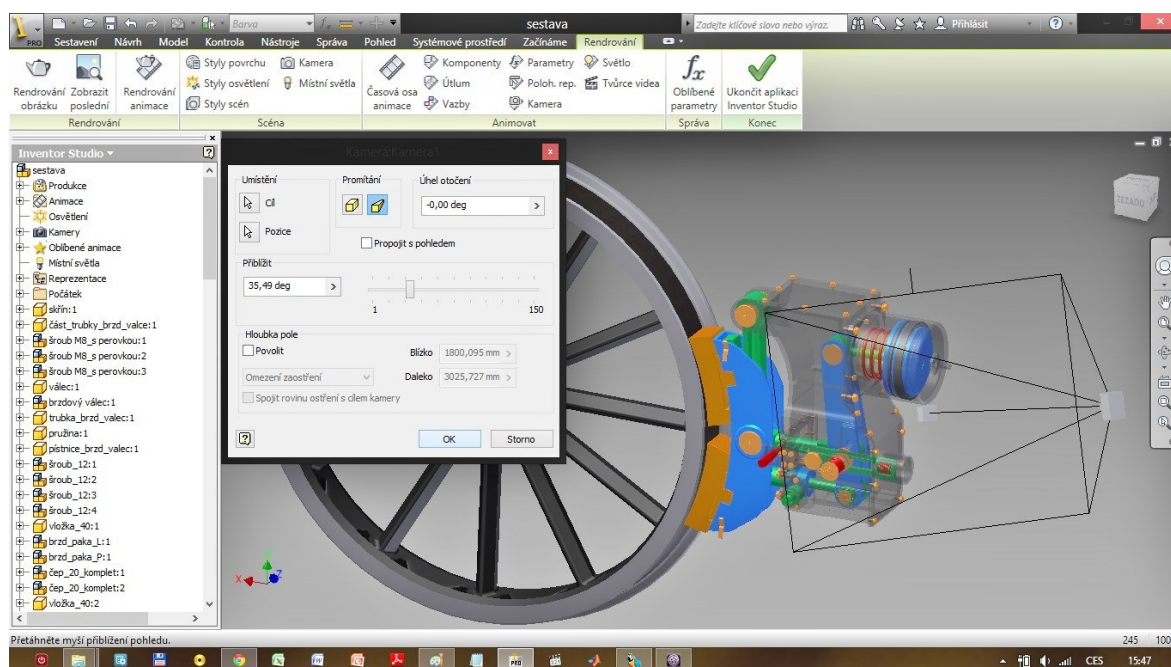
Obr.20 Rám nákladního železničního vozu v prostředí programu Autodesk Inventor Professional 2012.



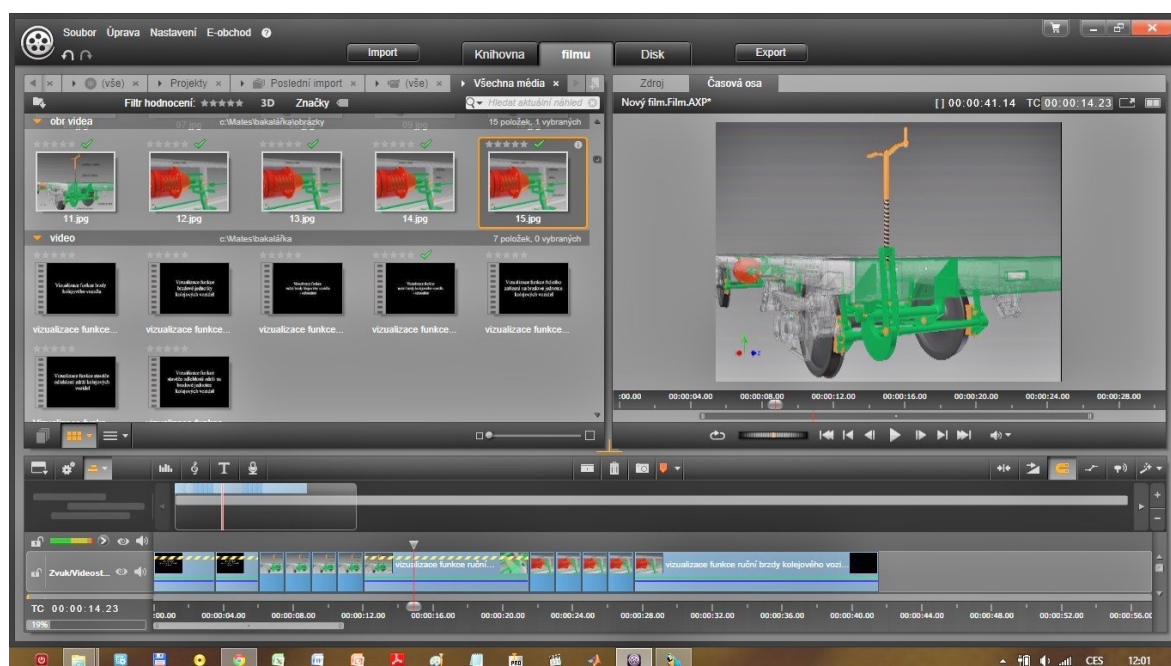
Obr.21 Brzdová jednotka v prostředí programu Autodesk Inventor Professional 2012.



Obr.22 Vytvoření vazby u stavěče odlehlosti zdrží SZ v programu Autodesk Inventor Professional 2012.



Obr.23 Nastavení kamery v programu Autodesk Inventor Professional 2012 pro vytvoření vizualizace.



Obr.24 Zkompletování a sestřihání vizualizace v programu Pinnacle Studio 16.

4 Výkladový text k realizovaným vizualizacím

4.1 Funkce ruční brzdy kolejového vozidla - zabrzdění

V základní odbrzděné poloze brzdové zdrže odléhají od jízdnic ploch dvoukolí, což je patrné v úvodu vizualizace. Následně obsluha ruční brzdy začne otáčet ovládacím vřetenem ruční brzdy, které je samosvorné. Matice vřetene se začne pohybovat a otáčivý pohyb vykonávaný vřetenem pomocí převodu převede na pohyb posuvný, který je vykonán brzdovým táhlem. Po vyčerpání vůle brzdového táhla na převodnici začne brzdové táhlo pohybovat pístnicí a pístem v brzdovém válci směrem k ovládání ruční brzdy. Tento pohyb je převeden přes převodnici a brzdové tyčové na brzdové zdrže, které začnou přiléhat k jízdnicím plochám dvoukolí až dojde k úplnému dolehnutí brzdových zdrží k jízdnicím plochám dvoukolí a následnému zabrzdění vozidla.

4.2 Funkce ruční brzdy kolejového vozidla - odbrzdění

Odbrzdění probíhá téměř stejným způsobem jako zabrzdění. Obsluha ruční brzdy začne otáčet ovládacím vřetenem a povolovat matici vřetene. Matice se začne pohybovat a přes převod pohybovat táhlem ruční brzdy. V tom okamžiku pružina v brzdovém válci začne vracet píst s pístnicí do základní polohy. Tento pohyb se přes převodnici a brzdové tyčové projeví na brzdových zdržích tak, že začnou odléhat od jízdnic ploch dvoukolí, až odlehnou to takové míry, že je možné s vozidlem pohybovat aniž by na vozidlo působila jakákoliv brzdná síla vyvozená účinkem ruční brzdy.

4.3 Funkce brzdy kolejového vozidla

Zpočátku na pohybující se vozidlo nepůsobí žádná brzdná síla. V momentě kdy se rozhodneme zastavit nebo snížit rychlost jedoucího vozidla aktivujeme brzdu. Brzdový válec se začne plnit vzduchem, který tlačí na píst, který je spojen s pístnicí, tato pístnice se společně s pístem začne pohybovat směrem ven z brzdového válce. Tento pohyb je pomocí převodnic převeden na brzdové tyčové a dále až na brzdové zdrže, které začnou přiléhat k jízdnicím plochám dvoukolí. V tomto okamžiku začínají

brzdové špalíky doléhat na jízdní plochy dvojkolí, mařit pohybovou energii vozidla a přeměňovat ji na teplo. Vozidlo zpomaluje až do úplného zastavení.

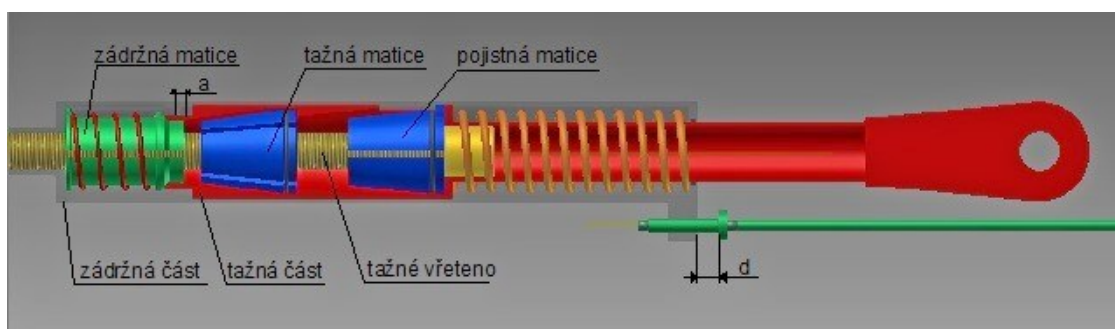
4.4 Funkce stavěče odlehlosti zdrží

Funkce stavěče je popsána na stavěči odlehlosti zdrží SZ používaném na nákladních a osobních vozech.

Účinkování stavěče je rozděleno do pěti fází:

První fáze: Klidová poloha - stavěč se nachází v odbrzděném stavu - obr 25

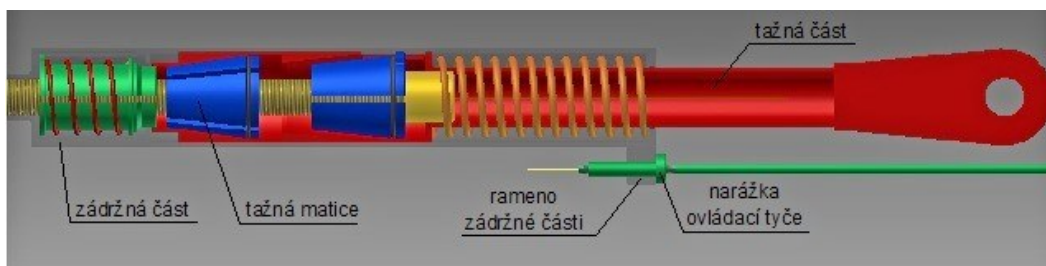
Zádržná matice je na jedné straně opřena o víko zádržné části. Na druhé straně je matice sevřena kuželem tažné objímky. Pružina svou silou působí na tažnou objímku a touto silou je zádržná matice přitlačována do závitu tažného vřetene, vřeteno je tímto zajištěno proti samovolnému vysouvání. Tažná a pojistná matice se v této poloze opírají o čelní plochy tažné objímky.



Obr.25 Stavěč odlehlostí zdrží SZ - klidová poloha.

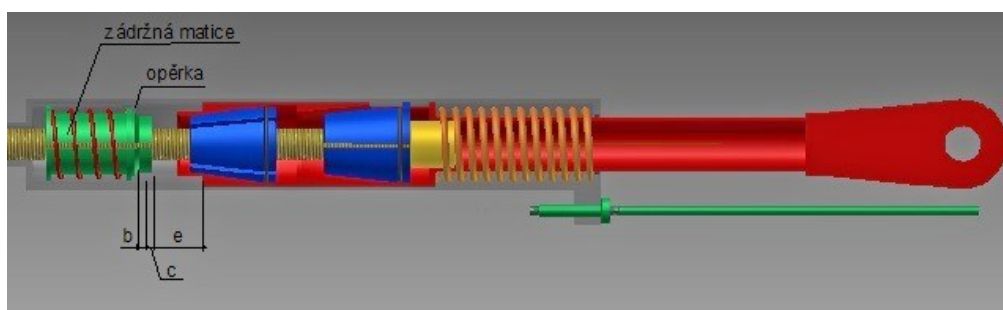
Druhá fáze: Poloha součástí stavěče při brzdění - obr 26 a 27

Při brzdění se celý stavěč pohybuje vpravo až do okamžiku, naražení ramene zádržné části na narážku ovládací tyče. Ve stejném okamžiku přiléhají také brzdové zdrže k jízdním plochám dvojkolí. Nárazka zastavuje další pohyb zádržné části, avšak tažná část se pohybuje dále vpravo, stlačuje pružinu a po překonání zapojovací míry „b“ sevře tažná objímka tažnou matici. Od této chvíle je tažné vřeteno s tažnou částí pevně spojeno a síla od brzdového válce se stavěčem přenáší na brzdové zdrže. V případě zvyšování se síly od brzdového válce, se tažná část s vřetenem dále pohybuje vpravo v důsledku poddajnosti tyčové o vzdálenost „c“. Zádržná matice se pohybuje s vřetenem také vpravo, až narazí na opěrku. Při dalším pohybu vřetene je matice rozevírána závitem vřetene a vřeteno v ní prokluzuje.



Obr.26 Stavěč odlehlosti zdrží SZ – brzdění.

Na obr. 27 je zakresleno opotřebení zdrží o hodnotu „ $e/2$ “ pro jednu zdrž. V tomto případě probíhá brzdění stejným způsobem pouze tažná část se posune dále vpravo o hodnotu „ e “. Tažná část se celkem posune o zapojovací míru „ b “ + poddajnost tyčové „ c “ + opotřebení zdrží „ e “



Obr.27 Stavěč odlehlosti zdrží SZ – brzdění.

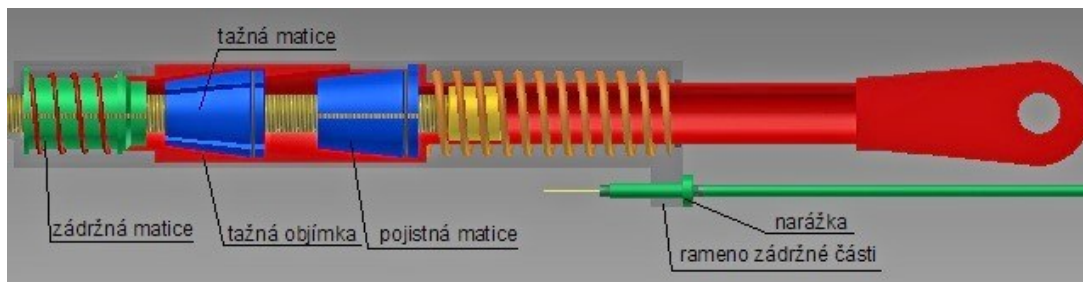
Třetí fáze: Poloha součástí stavěče při odbrzdění - obr. 28

Při odbrzdňování klesá síla brzdového válce, tažná část stavěče se pohybuje s tažným vřetenem vlevo. Zádržná část je pružinou nadále přitlačována na nárazku. Tažná část s vřetenem se nejdříve vrací o hodnotu poddajnosti tyčové „ c “. S tažným vřetenem se také pohybuje zádržná matice, která se opře o čelo zádržné objímky. Při dalším pohybu se závit zádržné matice rozevře a tažné vřeteno v ní začne prokluzovat.

Jakmile klesne síla brzdového válce na malou hodnotu, je vyčerpána také poddajnost tyčové a na tažné vřeteno již nepůsobí síla, která by jej táhla vlevo. Zádržná matice sevře vřeteno a zajistí jej proti dalšímu vysunutí. Při pohybu pístu brzdového válce do odbrzdění polohy se také pohybuje tažná část stavěče vlevo. Jestliže zdrže nebyly před brzděním opotřebovány a stavěč nereguloval žádnou jinou úchylku v odlehlosti zdrží, posune se tažná část stavěče vlevo o hodnotu zapojovací míry „ b “. Poté se opře kužel tažné objímky o kužel zádržné matice a pružina přestane působit na nárazku.

Stavěč se pohybuje jako celek vlevo, zdrže odléhají od kol a při úplném zabrzdění se stavěč vrátí do polohy na obr. 25

Jestliže však byly zdrže před brzděním opotřebený nebo z jiných důvodů byla odlehlost zdrží od kol velká, účinkuje stavěč při odbrzdování až do uvolnění tažné matice posunutím tažné objímky vlevo, popsaným způsobem. Tažná část, která se vrátila vlevo o hodnotu poddajnosti tyčové „c“ a hodnotu zapojovací míry „b“, však zůstává ještě vzdálena od zádržné části o hodnotu opotřebení zdrží „e“.



Obr.28 Stavěč odlehlosti zdrží SZ – odbrzdění.

Protože zádržná část stavěče je stále přitlačována pružinou na nárazku a zádržná matice zajišťuje tažné vřeteno proti dalšímu vysouvání, opře se tažná objímka svými čely o tažnou matici a pojistnou matici, které přesouvá po závitech vřetene vlevo tak dlouho, než kužel tažné objímky sevře zádržnou matici. Tuto polohu můžeme vidět na obr. 28. Následným pohybem pístu brzdového válce do odbrzděné polohy se přesune celý stavěč do výchozí polohy. Hodnota „d“ mezi ramenem a nárazkou a odlehlost zdrží „a“ je přitom stejná, jako ve výchozí poloze viz obr. 25.

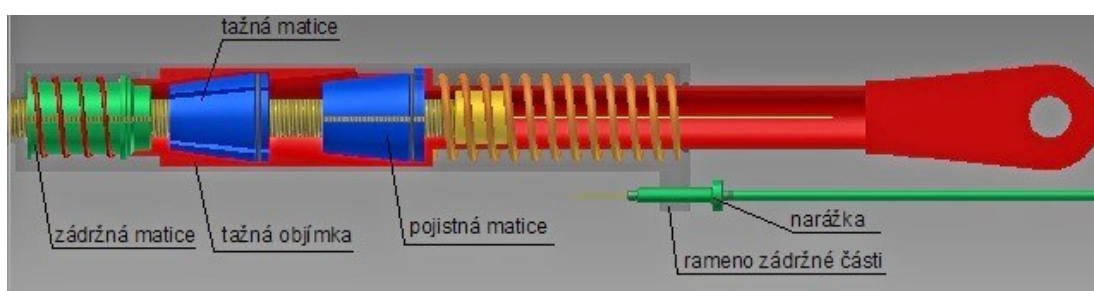
Přesouváním tažné a pojistné matice v průběhu odbrzdování se změnila vzájemná poloha tažného vřetene a tažné části tak, že vzdálenost mezi oky stavěče se zkrátila o opotřebení zdrží.

Čtvrtá fáze: Poloha součástí stavěče při zvětšování příliš malé odlehlosti zdrží - obr.29

Důsledkem naložení vozidla klesnou zdrže pod osu kola a vzdálenost mezi zdrží a kolem se zvětší. Při následujícím zabrzdění nastaví stavěč samočinně správnou odlehlost, po vyložení se však zdrže vrátí do polohy před naložením a odlehlost zdrží je příliš malá.

V důsledku toho přilehnou při brzdění zdrže na kola dříve než se rameno opře o nárazku. Při dosednutí zdrží na kola se zastaví tažné vřeteno a působením tažné matice se zastaví i zádržná část stavěče. Tažná část je brzdovým válcem posouvána

vpravo, stlačuje pružinu a kužel tažné objímky se nepatrně vzdálí od kužele zádržné matice. Posunutí tažné objímky je pouze v takové míře, že kužel tažné objímky ještě nesvírá tažnou matici. Působením pružiny na zádržnou část se její síla přenese na čelo zádržné objímky, zádržná matice se rozevře a začne klouzat po závitech vřetene. Rozpěrné pouzdro vložené mezi zádržnou a tažnou maticí způsobí současné rozevření a prokluzování tažné matice. Tím se zádržná část posouvá vpravo, až se rameno opře o nárazku. Po zastavení pohybu zádržné části sevře kužel tažné objímky, tažnou matici a další účinkování stavěče je shodné s dřívějším popisem. Při počátku brzdění se tedy vysunulo tažné vřeteno stavěče a rozdíl mezi skutečnou a požadovanou odlehlostí zdrží. Po odbrzdění bude odlehlost zdrží na požadované hodnotě „a“.



Obr.29 Stavěč odlehlosti zdrží SZ - zvětšování malé odlehlosti zdrží.

Pátá fáze: Zajištění stavěče proti nárazům

Při řazení vozů dochází k nárazům, při nichž na brzdové tyčové a v brzdovém tyčové působí značné síly. Sílu působící na tyčové ve smyslu zasouvání tažného vřetene do stavěče zachytí zádržná matice, která zajistí vřeteno proti posunutí. Je-li tažné vřeteno vytahováno ven, je rovněž drženo zádržnou maticí. Při prudkém náraz se však zádržná matice rozevře a tažné vřeteno se vysune ze stavěče tak daleko, až pojistná matice dosedne do sedla tažné objímky. Při následujícím brzdění se stavěč samočinně přestaví do původní polohy na normální odlehlost zdrží.

4.5 Funkce brzdové jednotky kolejových vozidel

Po zahájení brzdění vniká stlačený vzduch od rozvaděče do brzdového válce ve směru šipky a tlačí na píst, který se začne pohybovat vlevo, tento píst je spojený s pístnicí. Pístnice působí na dvojitou brzdovou pákou, která dále přenáší pohyb na brzdové táhlo a na botku brzdové zdrže, vybavenou dvěma brzdovými špalíky, které dosednou na jízdní plochu kola a zastaví pohyb kola. Vlivem třecí síly se špalíky opotřebovávají, proto mezera mezi kolem a špalíky je regulována zcela samočinně

stavěcím a řídícím zařízením. Při odbrzdění se silou vratné pružiny pohybuje píst s pístnicí a horní částí páky do pravé krajní polohy a přes dvojitou brzdovou páku a brzdové táhlo brzdové zdrže odlehnou od jízdní plochy kola.

Při výměně opotřebovaných špalíků je nutné posunout brzdovou zdrž včetně táhla, páky a závitové tyče směrem doprava. Toto se provede pomocnou tyčí, která se zasune do oka na skříní a do otvoru táhla. Přitom je nutné stlačit kolík vypínacího zařízení, který uvolní sevření matice stavěče. Po výměně špalíků je nutné několikrát zabrzdit a odbrzdít na zkoušku, přitom se samočinně nastaví vůle mezi kolem a špalíky.

4.5.1 Funkce řídícího zařízení na brzdové jednotce kolejových vozidel

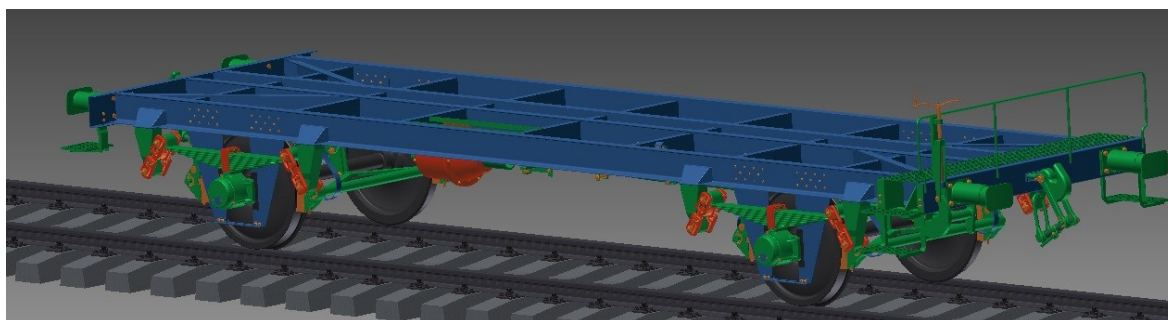
Při brzdění se horní část páky a táhlo pohybují doleva a spolu s nimi i rámeček řídícího zařízení připevněný k táhlu svorníkem. Po stlačení pružiny a vyčerpání vůle se s rámečkem posouvá vlevo smykadlo, přitlačované na náletek skříně čepem a napjatou pružinou. Pohyb smykadla vlevo umožňuje jeho oválný otvor. Dolní část páky, která je spojena se stavěčem, zůstává při brzdění v jednom místě. Mechanismus v této poloze umožňuje, aby po vyčerpání vůle dosedly brzdové špalíky plnou silou na kolo. Odbrzdění probíhá tak, že síla vratné pružiny pohybuje s pístem a pístnicí doprava. Tlak pružiny řídícího zařízení, které se opírá o smykadlo přidržované třecí silou pružiny na náletek, posune rámeček také doprava. Spolu s rámečkem se posune vpravo táhlo s brzdovou zdrží a brzdové špalíky odlehnou od jízdní plochy kola.

4.5.2 Funkce stavěče odlehlosti zdrží na brzdové jednotce kolejových vozidel

Vlivem opotřebovávání brzdových špalíků se střední část brzdové páky, v porovnání s výchozím stavem před každým zabrzděním, posouvá o kousek vpravo. Dolní oka pák, která jsou vedena ve vodorovných drážkách valivými ložisky se silou vratné pružiny posouvají vpravo a s nimi i závitová tyč se speciální čtyřdílnou maticí stavěče. Matice se svým plochým čelem opře o těleso stavěče, podle velikosti opotřebení špalíků, v ní přeskočí tyč o jeden nebo více závitů. Tímto způsobem dochází k regulaci odlehlosti brzdových špalíků od jízdní plochy kola, při dalším zabrzdění se dosáhne původního zdvihu pístu. Po zabrzdění se nejdříve matice posouvá vlevo, než se sevře dosednutím do kuželového sedla, takto se stavěč zajistí a dále dochází k přilehnutí brzdových zdrží k jízdní ploše kola.

5 Závěr

Ve své bakalářské práci jsem se zabýval vytvořením a popsáním vizualizací funkcí brzdových zařízení kolejových vozidel. V úvodu práce jsem rozebral historii a použití brzd na kolejových vozidlech, typy brzdových systémů používaných na kolejových vozidlech, jak v minulosti, tak i v současnosti. Dále jsem v softwaru Autodesk Inventor Professional 2009 a Autodesk Inventor Professional 2012 vyhotovil 3D modely jednotlivých mechanických částí brzdového systému kolejových vozidel a pomocí nich tyto části detailně rozebral a popsal. Informace a rozměry k vytvoření modelů jsem čerpal z odborné literatury, technických výkresů poskytnutých vedoucím práce a internetu (viz. Seznam použité literatury). Hlavně však z fotografické dokumentace železničních vozů pořízené v železniční stanici Vsetín a elektrické lokomotivy řady 363 pořízené v železniční stanici Olomouc. Tato dokumentace mi posloužila k zjištění konstrukčního provedení jednotlivých částí. Fotografie jsou přiloženy v příloze na DVD. Model vozu je vymodelován dle konstrukčního řešení vozů ČD Cargo řady Es a ČSD řady rybák a řady Z, který je v současnosti přestaven na elektrikářský vůz. Brzdová jednotka je standardně používána na elektrických lokomotivách ČD a ČD Cargo. Vymodelovaný stavěč odlehlosti zdrží je typu SZ používaný na nákladních vozech ČD Cargo. Vyhotovené modely jsem také použil k vytvoření požadovaných vizualizací a k těmto vizualizacím vypracoval výkladový text.



Obr.30 Rám nákladního železničního vozu.

6 Seznam zkratek a veličin

F_{b1} ...brzdící síla jedné zdrže

P_1 ...síla na zdrži

f ...součinitel smykového tření mezi zdrží a kolem

n ...počet zdrží na vozidle

G ...hmotnost na kolo (dříve kolový tlak)

g ...normální tíhové zrychlení ($9,80665 \text{ m/s}^2$)

F_G ... kolová síla

F_b ... brzdící síla vozidla

μ ...součinitel adheze

F_A ...adhezní síla

P ...celková síla na zdrže

UIC...mezinárodní železniční unie

ČD...České dráhy

ČD Cargo...nákladní dopravce Českých drah

ČSD...Československé dráhy

7 Seznam použité literatury

- [1]... ČSD. SR 15 Brzdy železničních vozidel. Předpis ČD a.s.
- [2]... Kubec Jiří. Brzdová výstroj nových železničních vozů ČSD Praha: Nakladatelství dopravy a spojů, 1981. 332 s.
- [3]... HRUŠOVSKÝ Ján. Brzdy hnacích vozidel ČSD. Díl 2, Motorové a elektrické vozy, motorové a elektrické jednotky. Praha: Nakladatelství dopravy a spojů, 1973. 376 s.
- [4]... <http://www.vagony.cz>